

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-32354  
(P2000-32354A)

(43) 公開日 平成12年1月28日 (2000.1.28)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	キーワード (参考)
H 0 4 N	5/335	H 0 4 N 5/335	V 4 M 1 1 8
			Z 5 C 0 2 2
H 0 1 L	27/14	5/225	Z 5 C 0 2 4
H 0 4 N	5/225	13/02	5 C 0 6 1
	13/02	H 0 1 L 27/14	D
審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 13 頁)			

(21) 出願番号 特願平10-193847

(22) 出願日 平成10年7月9日 (1998.7.9)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 鈴木 清介

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

(74) 代理人 100098785

弁理士 藤島 洋一郎

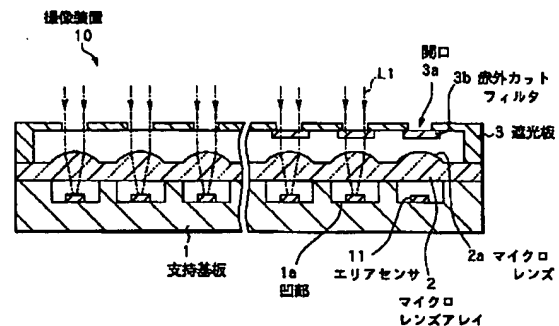
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 高度な撮像機能を付加することが可能である  
と共に、装置の薄型化を図る。

【解決手段】 被写体からの光 L 1 は、遮光板 3 に入射し、複数の開口 3 a のそれぞれを通過した後、複数のマイクロレンズ 2 a のそれぞれによって、複数のエリアセンサ 1 1 上に結像される。ここで、個々のエリアセンサ 1 1 に結像される被写体像は、被写体の全体像である。従って、複数のエリアセンサ 1 1 によって、被写体の全体像が複数撮像されることになる。また、遮光板 3 の開口 3 a から、マイクロレンズ 2 a を経て、凹部 1 a に設けられたエリアセンサ 1 1 に至る光路に対応する部分からなる複数の光学系は、それぞれ独立したものであり、それぞれエリアセンサ 1 1 に対して固有の光学特性をもたらす。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 それぞれが電氣的に独立して駆動されると共に、それぞれが被写体からの光に応じた信号を独立して出力する複数の撮像素子と、

これら複数の撮像素子のそれぞれに対応した位置に設けられると共に、それぞれが被写体からの光を、前記複数の撮像素子に対して固有の光学特性で入射させる複数の光学系とを備えたことを特徴とする撮像装置。

【請求項2】 更に、前記複数の撮像素子からの複数の出力信号に基づいて、少なくとも1つの所定単位の画像信号を生成して出力する画像信号処理手段を備えたことを特徴とする請求項1記載の撮像装置。

【請求項3】 前記画像信号処理手段は、外部からの命令に応じた画像処理を施して、前記画像信号を生成することを特徴とする請求項2記載の撮像装置。

【請求項4】 前記複数の撮像素子が、それぞれ異なるタイミングで駆動され、それぞれ異なるタイミングで被写体からの光に応じた信号を出力することを特徴とする請求項1記載の撮像装置。

【請求項5】 前記複数の撮像素子のそれぞれに対して、露光時間の異なる独立した電子シャッター動作を行わせることが可能であることを特徴とする請求項1記載の撮像装置。

【請求項6】 前記複数の光学系は、前記複数の撮像素子のそれぞれに対向配置された複数のマイクロレンズを含むことを特徴とする請求項1記載の撮像装置。

【請求項7】 前記複数の光学系の少なくとも1つには、赤外域の光を除去する赤外線除去手段が選択的に付加されていることを特徴とする請求項1記載の撮像装置。

【請求項8】 前記複数の光学系の少なくとも1つは、他とは異なる焦点距離または撮像画角で、被写体からの光を前記複数の撮像素子に対して入射させることを特徴とする請求項1記載の撮像装置。

【請求項9】 前記複数の撮像素子に結像されるそれぞれの被写体像が互いに所定量だけずれて結像されるように、前記複数の光学系が構成されていることを特徴とする請求項1記載の撮像装置。

【請求項10】 前記複数の撮像素子からの複数の出力信号に基づいて、ホログラフィを利用したホログラフィック・ステレオグラム用の複数の画像データを生成することを特徴とする請求項1記載の撮像装置。

【請求項11】 前記複数の撮像素子からの複数の出力信号に基づいて、ホログラフィを利用したインテグラル・フォトグラフィ用の複数の画像データを生成することを特徴とする請求項1記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、画像を撮像するための撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 ビデオカメラ等の撮像装置には、例えば、CCD（電荷結合素子）等の固体撮像素子を用いたものがある。この固体撮像素子を用いた撮像装置では、一般的に、被写体像を単一の光学系を構成するレンズ部によって固体撮像素子上に結像させて撮像を行う。このような装置の構造は、人間等の脊椎動物の眼の構造である「単眼」に近いと言える。

【0003】 この単眼の構造の撮像装置に対して、最近では、昆虫の眼の構造である「複眼」を利用した撮像装置が提案されている。この複眼による撮像装置は、単眼による撮像装置と比べて光学系を小型にできるため装置の薄型化を図ることができるという利点がある。この複眼を利用した装置の例としては、例えば、「エレクトロニクス1993. 5月号p62-p65」に記載された「パネル型イメージセンサ」と名付けられた装置がある。このパネル型イメージセンサは、フォトダイオードが複数個配列されたフォトダイオードアレイと、複数のフォトダイオードのそれぞれに対応するような位置に小型のレンズが複数個配列されたレンズアレイと、フォトダイオードアレイとレンズアレイとの間に配置され、複数の小型のレンズのそれぞれに対する絞りとなるピンホールが複数個配列されたピンホールアレイとが層構造にされたものである。このパネル型イメージセンサでは、レンズアレイにおける個々の小型のレンズによって、被写体からの部分的な光が個々のフォトダイオードに入射する。フォトダイオードからは、入射した光に応じた信号が出力される。このパネル型イメージセンサにおいては、複眼を構成する個々のフォトダイオードから出力される信号が、被写体の部分的な画像に対応し、複数のフォトダイオードから出力される信号を合成して被写体の全体像が得られることになる。

【0004】 なお、このような複眼の構造を利用した技術は、他にもいくつか開示されており、例えば、特開平1-280978号公報には、複眼による撮像機能を有した撮像表示装置に関する技術が記載されている。また、特開平8-10924号公報には、複眼による撮像機能を有した画像入出力装置に関する技術が記載されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上述の単眼による撮像装置において、光学系のフォーカス調整を行う場合や、ズーム機能を実現するためには、光学系を構成するレンズの位置を移動させ、光学系の画角等を可変にする方式が一般的である。しかしながら、レンズを移動させるためには、機械的なレンズの移動機構が必要となるため、レンズ部の構成が大型化してしまい、これにより、装置の薄型化の妨げになるという問題点があった。

【0006】 また、複眼による撮像装置では、装置の薄

型化を図ることができるものの、レンズが装置に一体化されているため、構造上、被写体に応じて撮像画角や焦点距離等の光学特性を可変にすることが難しく、光学的なフォーカス調整やズーム機能等の高度な撮像機能を付加することはなされていなかった。このため、単眼による撮像装置に比べて、単純な撮像機能しか実現できないという問題点があった。更に、例えば、上述の「パネル型イメージセンサ」では、1つのフォトダイオードに対応して1つのレンズが設けられているため、レンズの有効径が小さくなりすぎ、これにより、フォトダイオードに入射する光量が制限されて、得られる画像が暗くなってしまうという問題点があった。

【0007】本発明はかかる問題点を鑑みてなされたもので、その目的は、高度な撮像機能を付加することが可能であると共に、装置の薄型化を図ることができる撮像装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明による撮像装置は、それぞれが電気的に独立して駆動されると共に、それぞれが被写体からの光に応じた信号を独立して出力する複数の撮像素子と、これら複数の撮像素子のそれぞれに対応した位置に設けられると共に、それぞれが被写体からの光を、複数の撮像素子に対して固有の光学特性で入射させる複数の光学系とを備えたものである。

【0009】本発明による撮像装置では、電気的に独立して駆動される複数の撮像素子のそれぞれによって、被写体からの光に応じた信号が独立して出力される。また、複数の撮像素子に対応した位置に設けられる複数の光学系のそれぞれによって、被写体からの光が、複数の撮像素子に対して固有の光学特性で入射される。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0011】【第1の実施の形態】まず、本発明の第1の実施の形態について説明する。

【0012】図1は、本発明の第1の実施の形態に係る撮像装置の一構成例を示す断面図である。また、図2は、図1に示した支持基板1の平面図であり、図3は、図1に示したマイクロレンズアレイ2の平面図である。なお、図1に示した撮像装置における支持基板1およびマイクロレンズアレイ2の断面は、それぞれ図2および図3におけるA-A'線断面に相当する。図1に示したように、本実施の形態に係る撮像装置10は、支持基板1と、この支持基板1の表面に積層されたマイクロレンズアレイ2と、このマイクロレンズアレイ2の表面に取り付けられた遮光板3とを備えている。

【0013】支持基板1の表面には、複数の凹部1aが、垂直方向（図2におけるh方向）および水平方向（図2におけるw方向）に2次元的に配置されている。また、複数の凹部1a内のそれぞれの中央部には、CC

D等の撮像素子からなるエリアセンサ11が配置されている。このようにエリアセンサ11が支持基板1の複数の凹部1a内に配置されていることで、例えば、1つのエリアセンサ11に対する入射光が、隣り合うエリアセンサ11に入射してしまうことが防止されるようになっている。

【0014】マイクロレンズアレイ2は、光学的に透明な部材からなり、その表面には、複数のエリアセンサ11のそれぞれに対応する位置に対向配置されることにより、その中心軸がエリアセンサ11の中心位置を通るように配置された複数のマイクロレンズ2aが形成されている。マイクロレンズ2aは、球面または非球面によって形成されている。

【0015】遮光板3には、複数のマイクロレンズ2aのそれぞれに対応する位置に複数の開口3aが形成されている。遮光板3において、複数の開口3a以外の位置に入射した光は遮断され、装置内に入射しないようになっている。複数の開口3aは、マイクロレンズ2aの光学的な絞りに相当するものである。また、遮光板3において、複数の開口3aの少なくとも1つには、通常の撮像には不要となる赤外域の光を除去する赤外カットフィルタ3bが選択的に取り付けられている。赤外カットフィルタ3bは、CCD等のエリアセンサ11が、赤外域の光にも感度を有することを考慮して設けられたものである。赤外カットフィルタ3bを選択的に取り付けであることで、通常撮像時には、赤外カットフィルタ3bによって赤外域の光が除去された光に基づいて、良好な画像信号を生成することができる。また、赤外カットフィルタ3bが取り付けられていない開口3aを通過した光に基づいて画像信号を生成することで、例えば、暗闇に適した赤外撮像を行うことが可能となる。なお、例えば、通常の撮像のみに装置を使用するのであれば、赤外カットフィルタ3bを、全ての開口3aに設けてもいいが、全ての開口3aに赤外カットフィルタ3bを設けると、光量の減衰量が多くなる虞があるので、部分的に設けることが望ましい。また、赤外カットフィルタ3bは装置の構成から省くこともできる。

【0016】本実施の形態では、被写体からの光L1は、遮光板3に入射し、複数の開口3aのそれぞれを通過した後、複数のマイクロレンズ2aのそれぞれによって、複数のエリアセンサ11上に結像される。ここで、個々のエリアセンサ11に結像される被写体像は、被写体の全体像である。従って、本実施の形態では、複数のエリアセンサ11によって、被写体の全体像が複数撮像されることになる。なお、本実施の形態において、遮光板3の開口3aから、マイクロレンズ2aを経て、凹部1aに設けられたエリアセンサ11に至る光路に対応する部分が、本発明における光学系に対応するものである。本実施の形態では、エリアセンサ11に対応して複数の光学系が形成されている。これらの複数の光学系

は、それぞれ独立したものであり、それぞれエリアセンサ 11 に対して固有の光学特性をもたらすものである。

【0017】図4は、本実施の形態における光学系の光学特性について説明するための説明図である。本実施の形態において、複数のマイクロレンズ2aは、その設置場所、例えば、図3におけるw方向において、場所により光学特性の一つである焦点距離が異なっている。例えば、複数のマイクロレンズ2aは、図3におけるw方向において、焦点距離 $f_1$ のマイクロレンズ2a<sub>1</sub>と、焦点距離 $f_2$ のマイクロレンズ2a<sub>2</sub>と、焦点距離 $f_3$ のマイクロレンズ2a<sub>3</sub>と、焦点距離 $f_4$ のマイクロレンズ2a<sub>4</sub>とが順番に配置されている。これらのマイクロレンズ2a<sub>1</sub>、2a<sub>2</sub>、2a<sub>3</sub>、2a<sub>4</sub>に対応する位置には、それぞれエリアセンサ11<sub>1</sub>、11<sub>2</sub>、11<sub>3</sub>、11<sub>4</sub>が配置されている。ここで、図4の例では、複数のマイクロレンズ2aの焦点距離を、表面の曲率を変えることで異ならせている。また、焦点距離 $f_1$ の値は、例えば0.5mであり、焦点距離 $f_2$ の値は、例えば1mである。また、焦点距離 $f_3$ の値は、例えば2mであり、焦点距離 $f_4$ の値は、例えば10mである。

【0018】なお、複数のマイクロレンズ2aの焦点距離は、w方向に限らず、例えば、図3におけるh方向において異ならせるようにしてもよい。また、w方向およびh方向の双方において焦点距離を異ならせるようにしてもよい。更に、異ならせる焦点距離は4つに限らず、4つよりも多いまたは少ない数だけ焦点距離を異ならせるようにしてもよい。また、各焦点距離の値は、上述の値に限定されるものではない。

【0019】図5は、エリアセンサ11の一構成例を示す説明図である。エリアセンサ11は、例えば、図5に示したようないわゆるインタライン・トランスファ（IT）方式のCCDによって構成されている。この場合、エリアセンサ11は、行列状に配列された複数の受光部12と、それぞれ1列分の受光部12に対して読み出しゲート16を介して接続された複数の垂直シフトレジスタ13と、この垂直シフトレジスタ13の下端に接続された水平シフトレジスタ14と、この水平シフトレジスタ14の一端に接続された出力部15とを備えている。

【0020】図示しないが、このエリアセンサ11では、例えば、N型半導体基板に、P<sup>-</sup>層からなるオーバーフローバリアが形成され、このオーバーフローバリア上に、受光部12を構成するN<sup>+</sup>層からなる電荷蓄積部と、垂直シフトレジスタ13を構成するN<sup>+</sup>層からなる転送チャネルとが形成されている。電荷蓄積部と転送チャネルとの間には、読み出しゲート16が形成されている。隣接する画素間には、P<sup>+</sup>層からなるチャネルストップが形成されている。更に、電荷蓄積部上には、P<sup>+</sup>層からなるバーチャルゲートが形成されている。このエリアセンサ11では、後述のタイミング発生回路31から出力される電子シャッタ信号SUBに基づいて、電荷

蓄積部に蓄積された信号電荷が基板に掃き捨てられ、電子シャッタ機能が実現されるようになっている。

【0021】図6は、本実施の形態に係る撮像装置10の回路構成を示すブロック図である。撮像装置10は、ドライバ31aを内蔵し、図示しない同期信号発生回路から出力される垂直同期信号VDおよび水平同期信号HDに基づいて、複数のエリアセンサ11のそれぞれに対する各種の駆動用パルス信号を作成して供給するタイミング発生回路31と、複数のエリアセンサ11に対応して設けられ、エリアセンサ11からの出力信号に対して所定のアナログ信号処理を行う複数のアナログ信号処理部32と、これら複数のアナログ信号処理部32からのアナログ出力信号に対してアナログ・デジタル（以下、A/Dという。）変換を行ってデジタル信号を出力する複数のA/D変換回路33と、これら複数のA/D変換回路33からのデジタル出力信号に対して所定のデジタル信号処理を行って画像データを生成するデジタル信号処理部34と、デジタル信号処理部34から出力される画像データを一時的に記憶する画像メモリ35と、タイミング発生回路31、デジタル信号処理部34および画像メモリ35を含む装置の各構成要素の動作制御を行う制御部36と、デジタル信号処理部34からのデジタル画像信号に対してデジタル・アナログ（以下、D/Aという。）変換を行って画像表示用のモニタ装置等にアナログ信号からなる画像データV<sub>out1</sub>を出力するD/A変換回路37と、デジタル信号処理部34からのデジタル画像信号をコンピュータや各種記録媒体用の画像データV<sub>out2</sub>として出力するインタフェース38とを備えている。

【0022】制御部36には、デジタル信号処理部34で行われる各種の画像処理の設定に関する外部からの指示信号S<sub>1</sub>が入力されるようになっている。なお、制御部36は、例えば、CPU（中央処理装置）を含んで構成されている。インタフェース38は、例えば、RS-232CやSCSI（Small Computer System Interface）による接続規格を満たすものである。

【0023】タイミング発生回路31からエリアセンサ11に供給される駆動用パルス信号としては、例えば、垂直シフトレジスタ13の電荷転送のタイミング信号である垂直シフトレジスタ用駆動パルスV、水平シフトレジスタ14の電荷転送のタイミング信号である水平シフトレジスタ用駆動パルスH、電子シャッタ機能における信号電荷掃き捨てを指示するための電子シャッタ信号SUB、およびクロックパルスCK等が含まれている。なお、ドライバ31aは、上記した信号のうち、例えば、垂直シフトレジスタ用駆動パルスVと電子シャッタ信号SUBを供給するようになっている。

【0024】アナログ信号処理部32は、図示しないが、例えば、エリアセンサ11からの出力信号に対してサンプルホールド（以下、S/Hという。）を行うため

のS/H回路や、このS/H回路によって波形整形された後の出力信号に対してCDS（相関2重サンプリング）処理を行って出力信号に含まれるランダムノイズを除去するCDS回路等を有している。

【0025】デジタル信号処理部34は、複数のエリアセンサ11から出力された複数の出力信号に対して、各種の信号処理を行い、少なくとも1つの所定単位の画像信号、例えば、単一フレームの画像信号を生成して出力するようになっている。

【0026】次に、図7ないし図11を参照して、本実施の形態に係る撮像装置10における高度な撮像機能を実現するための各種の処理を、撮像装置10の動作と共に説明する。

【0027】まず、撮像装置10において、解像度を向上させるための処理について説明する。ここでは、図7に示したように、本実施の形態に係る撮像装置10によって、例えば、撮像装置10から距離 $f_3$ の位置にある2つの被写体O1、O2を撮像する場合について考える。なお、図7において、軸C0は撮像装置10の中心軸であり、符号w1で示した線は、w方向において中心軸C0を通る軸線である。被写体O1、O2は、中心軸C0に対してw方向に等間隔離れた位置にある。

【0028】図8は、図7に示した撮像条件において、複数のエリアセンサ11から出力される信号の出力特性を示すものである。この図において、縦軸はエリアセンサ11からの信号の出力レベルを示し、横軸は、エリアセンサ11を構成する各画素のw方向の位置を示している。また、この図において、(A)は、マイクロレンズ2aが理想的な光学特性を有していると仮定した場合におけるエリアセンサ11からの出力特性を示している。また、(B)～(E)は、実際の撮像装置10に組み込まれたエリアセンサ11から出力される信号の出力特性を示すものである。すなわち、(B)は、焦点距離 $f_4$ のマイクロレンズ2a<sub>4</sub>に対応した位置に設けられたエリアセンサ11<sub>4</sub>の出力特性を示している。また、

(C)は、焦点距離 $f_3$ のマイクロレンズ2a<sub>3</sub>に対応した位置に設けられたエリアセンサ11<sub>3</sub>の出力特性を示している。(D)は、焦点距離 $f_2$ のマイクロレンズ2a<sub>2</sub>に対応した位置に設けられたエリアセンサ11<sub>2</sub>の出力特性を示している。(E)は、焦点距離 $f_1$ のマイクロレンズ2a<sub>1</sub>に対応した位置に設けられたエリアセンサ11<sub>1</sub>の出力特性を示している。ここで、エリアセンサ11<sub>1</sub>～11<sub>4</sub>は、例えば、図7における軸線w1に対応する位置に設けられているものである。

【0029】図8から分かるように、エリアセンサ11からの信号の出力特性は、被写体O1、O2に対してジャストフォーカスの光学特性が得られるエリアセンサ11<sub>3</sub>の出力特性である図8(C)の場合が最も高い解像度（分解能）を有し、次に図8(B)の場合が高い解像度を有している。ところで、本実施の形態では、マイク

ロレンズ2aは単玉レンズの構成を採っているが、単玉レンズの構成では、原理的に像面湾曲の補正を完全に行うことができないため、図8(C)の場合であっても、図8(A)のような理想的な出力特性を得ることはできない。そこで、本実施の形態では、デジタル信号処理部34において、所定の信号処理を施して解像度の向上を図るようにしている。

【0030】図9は、デジタル信号処理部34が、例えば、図8に示した特性の出力信号に対して行う信号処理について説明するための説明図である。デジタル信号処理部34は、まず、最も高い解像度を有する図8(C)の出力信号から、2番目に高い解像度を有する図8

(B)の出力信号を減算する処理を行う。なお、ここで最も高い解像度を有する出力信号に対する減算処理の対象は、図8(B)の出力信号に限らず、例えば、図8(D)の出力信号であっても構わない。但し、解像力の向上のためには、2番目に高い解像度の出力信号を減算処理の対象にすることが望ましい。ここで、図9(A)は、このような減算処理後の出力信号の特性を示す図である。続いて、デジタル信号処理部34は、図9(A)の出力信号に対して、図8(C)の出力信号を加算する処理を行う。図9(B)は、このような加算処理後の出力信号の特性を示す図である。以上のような信号処理を行うことにより、元の出力信号（図8(C)）と比較して高い解像度の信号を得ることができる。

【0031】なお、複数のエリアセンサ11からの出力信号の解像度の判定に関しては、デジタル信号処理部34において、例えば、図8の出力信号に対して微分演算を行うことで得られた値の絶対値を取り、更に積分してコントラストに対応する積分値を求め、この値が大きいくほど、解像度が高いと判定することができる。なお、この判定はデジタル信号処理部34で行っても良いが、デジタル信号処理部34では演算処理のみを行い、その判定は制御部36で行うようにしてもよい。

【0032】次に、図10を参照してエリアセンサ11の出力信号のダイナミックレンジを拡大するための処理について説明する。なお、図10において、縦軸はエリアセンサ11からの出力信号のレベルを示し、横軸は、エリアセンサ11における被写体からの光による照度を示している。また、図において、符号D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>で示した範囲は、ダイナミックレンジの大きさに相当するものである。本実施の形態では、複数のエリアセンサ11のそれぞれにおいて、電子シャッタによる露光時間を独立して変えることが可能となっており、これを利用してダイナミックレンジの拡大を図るようにしている。

【0033】図10において、符号52は、通常時間（例えば、1/60秒）の露光が行われた場合における出力特性を示すものである。通常露光が行われた場合には、例えば、照度がE2のときに、エリアセンサ11の出力値がV<sub>1</sub>で飽和する。この場合、ダイナミックレン

ジの大きさは $D_1$ となる。また、図10において、符号53は、電子シャッタによる短時間（例えば、 $1/60$ 秒よりも短い時間）の露光が行われた場合における出力特性を示すものである。短時間露光が行われた場合には、例えば、照度が $E_3$ （ $E_3 > E_2$ ）のときに、エリアセンサ11の出力値が $V_1$ で飽和する。短時間露光の場合には、通常露光の場合と比較して、飽和するまでの照度に余裕があるものの、特に、低照度領域における $S/N$ 比が低くなる。符号51は、通常時間の露光が行われた複数のエリアセンサ11からの出力信号を積分して合成した場合に得られる出力特性を示すものである。この場合には、例えば、照度が $E_1$ （ $E_1 < E_2$ ）のときに、エリアセンサ11の出力値が $V_1$ で飽和する。また、この場合には、通常時間の露光が行われたエリアセンサ11の出力特性52の場合と比較して、飽和するまでの照度に余裕がないものの、特に、低照度領域における $S/N$ 比が大きくなる。

【0034】本実施の形態では、上記のような露光時間の違いによるエリアセンサ11の出力特性を考慮し、照度に応じて、デジタル信号処理部34において行う画像信号の生成に用いるエリアセンサ11の出力信号を選択的に切り換えるようになっている。例えば、照度が $E_1$ までの範囲では、通常時間の露光が行われた複数のエリアセンサ11からの出力信号を積分して合成した信号をデジタル信号処理部34における画像信号の生成に用いる。このとき、出力信号の合成処理はデジタル信号処理部34にて行う。また、照度が $E_1$ から $E_2$ までの範囲では、通常時間の露光が行われた単一のエリアセンサ11からの出力信号を画像信号の生成に用いる。更に、照度が $E_2$ から $E_3$ までの範囲では、電子シャッタによる短時間の露光が行われたエリアセンサ11からの出力信号を画像信号の生成に用いる。このように照度に応じて、画像信号の生成に用いる出力信号を切り換えることで、ダイナミックレンジ大きさが通常時の値 $D_1$ から $D_2$ に拡大され、例えば、明るい被写体に対して白飛び等を起こさない撮像を行うことができると共に、暗い被写体に対して高感度で $S/N$ 比の良好な撮像を行うことができる。なお、出力信号の切り換え動作は、デジタル信号処理部34または制御部36で行われる。

【0035】次に、図11を参照して、高速度撮像を実現するための処理について説明する。本実施の形態では、複数のエリアセンサ11を、それぞれ異なるタイミングで駆動すると共に、それぞれ異なるタイミングで被写体からの光に応じた信号を出力することができるようになっている。本実施の形態では、この機能と電子シャッタによる短時間露光の機能を利用して高速度撮像を実現するようになっている。図11において、(A)～(F)は、それぞれ異なるエリアセンサ11に関する駆動タイミングチャートを示している。このタイミングチャートにおいて期間 $t_1$ は、エリアセンサ11におい

て、電子シャッタによる短時間露光が行われた場合における電荷の蓄積期間を示している。本実施の形態において、この電荷の蓄積期間の1周期は、例えば、1フィールド（ $1/60$ 秒）の周期である。また、期間 $t_2$ は、期間 $t_1$ で蓄積した電荷を出力している期間を示している。

【0036】本実施の形態では、高速度撮像を行う場合には、電子シャッタによる短時間露光を、複数のエリアセンサ11の各々において、少しずつずらしたタイミングで行うようになっている。このとき、複数のエリアセンサ11の各々からは、露光が行われたタイミングに応じて少しずつずれた時間間隔で信号が出力される。このように、複数のエリアセンサ11の各々で、少しずつずらしたタイミングで露光が行われることにより、単一のエリアセンサ11のみによる信号の出力速度よりも高速度で撮像を行うことができる。また、このように少しずつタイミングをずらすことによって得られたエリアセンサ11からの出力信号は、デジタル信号処理部34を経て画像メモリ35に画像データとして一時的に記憶される。画像メモリ35に一時的に記憶された画像データは、デジタル信号処理部34を経て、各エリアセンサ11の駆動タイミングのずれ量よりも大きい時間間隔で出力される。このように、各エリアセンサ11から出力された画像信号の出力時間間隔に対して、最終的にデジタル信号処理部34から出力される画像データの出力時間間隔を遅くすることで、高速度撮像による画像のスロー再生が可能となる。

【0037】以上説明したように、本実施の形態に係る撮像装置10によれば、それぞれが電氣的に独立して駆動されると共に、それぞれが被写体からの光に応じた信号を独立して出力する複数のエリアセンサ11と、これら複数のエリアセンサ11のそれぞれに対応した位置に設けられると共に、それぞれが被写体からの光を複数のエリアセンサ11に対して固有の光学特性で入射させる複数の光学系とを有し、複数のエリアセンサ11から得られた出力信号に対して撮像状況に応じた適切な信号処理を行うようにしたので、従来の撮像装置のように、レンズを移動させてフォーカス調整を行う必要がなく、機械的なフォーカス調整機構を構成から省くことができ、装置の薄型化を図ることができる。これにより、例えば、カード状の薄型の撮像装置を作製することができる。更に、デジタル信号処理部34において、撮像状況に応じた適切な信号処理を行うようにしたので、高感度でダイナミックレンジの高い画像信号を得ることができると共に、高速度撮像等の高度な撮像機能を実現できる。

【0038】このように、本実施の形態に係る撮像装置10によれば、高度な撮像機能を付加することが可能であるとと共に、装置の薄型化を図ることができる。

【0039】【第2の実施の形態】次に、本発明の第2

の実施の形態について説明する。なお、以下の説明では、上記第1の実施の形態における構成要素と同一の部分には同一の符号を付し、その説明を省略してある。

【0040】図12は、本発明の第2の実施の形態に係る撮像装置の一構成例を示す説明図である。第1の実施の形態では、装置の光学特性としてマイクロレンズ2aの焦点距離を設置場所に応じて異ならせるようにしたが、本実施の形態では、マイクロレンズ2aとエリアセンサ11との間の距離Z1を場所により異ならせることにより、複数のエリアセンサ11のそれぞれの撮像画角を異ならせるようにしている。マイクロレンズ2aとエリアセンサ11との間の距離Z1は、例えば、エリアセンサ11が配置される支持基板1の凹部1aの深さを場所によって変えることにより、異ならせることができる。また、距離Z1は、マイクロレンズアレイ2におけるマイクロレンズ2aの形成位置の高さを場所によって変えることにより、異ならせることができる。

【0041】本実施の形態では、例えば、複数のマイクロレンズ2aは、h方向（図3を参照）において、各エリアセンサ11の撮像画角が異なっている。例えば、本実施の形態では、h方向において、撮像画角 $\theta_1$ のエリアセンサ11<sub>11</sub>と、撮像画角 $\theta_2$ のエリアセンサ11<sub>12</sub>と、撮像画角 $\theta_3$ のエリアセンサ11<sub>13</sub>と、撮像画角 $\theta_4$ のエリアセンサ11<sub>14</sub>とが順番に配置されている。エリアセンサ11<sub>11</sub>、11<sub>12</sub>、11<sub>13</sub>、11<sub>14</sub>に対応する位置には、それぞれマイクロレンズ2a<sub>11</sub>、2a<sub>12</sub>、2a<sub>13</sub>、2a<sub>14</sub>が配置されている。マイクロレンズアレイ2におけるマイクロレンズ2aの形成位置の高さは、マイクロレンズ2a<sub>11</sub>が最も低く、マイクロレンズ2a<sub>14</sub>が最も高くなっている。また、支持基板1の凹部1aの深さは、エリアセンサ11<sub>11</sub>が配置された部分が最も浅く、エリアセンサ11<sub>14</sub>が配置された部分が最も深くなっている。これにより、マイクロレンズ2aとエリアセンサ11との間の距離Z1は、マイクロレンズ2a<sub>11</sub>とエリアセンサ11<sub>11</sub>との間の距離が最も小さく、マイクロレンズ2a<sub>14</sub>とエリアセンサ11<sub>14</sub>との間の距離が最も大きくなる。従って撮像画角は、撮像画角 $\theta_1$ が最も大きく、撮像画角 $\theta_4$ は最も小さくなる。

【0042】なお、複数のマイクロレンズ2aの撮像画角は、h方向に限らず、例えば、図3におけるw方向において異ならせるようにしてもよい。また、w方向およびh方向の双方において撮像画角を異ならせるようにしてもよい。更に、異ならせる撮像画角は4つに限らず、4つよりも多いまたは少ない数だけ撮像画角を異ならせるようにしてもよい。

【0043】本実施の形態では、エリアセンサ11<sub>11</sub>、11<sub>12</sub>、11<sub>13</sub>、11<sub>14</sub>から、それぞれの撮像画角に応じた信号が出力される。デジタル信号処理部34は、撮影状況に応じて、エリアセンサ11<sub>11</sub>、11<sub>12</sub>、11<sub>13</sub>、11<sub>14</sub>からの出力信号のうち、いずれか1つから

の出力信号を選択的に取得して画像信号を生成する。このように、撮影状況に応じて、撮像画角に応じた出力信号を適宜切り換えて使用することで、機械的なレンズ移動機構を用いることなく、従来の単眼の撮像装置におけるズームレンズと同様のズーム機能を実現することができる。なお、各マイクロレンズ2a<sub>11</sub>、2a<sub>12</sub>、2a<sub>13</sub>、2a<sub>14</sub>の焦点距離が同一であるとすれば、撮像画角が最も大きいエリアセンサ11<sub>11</sub>がズームの望遠側に相当し、撮像画角が最も小さいエリアセンサ11<sub>14</sub>がズームの広角側に相当する。

【0044】なお、本実施の形態では、光学特性として撮像画角のみを変えるようにしたが、撮像画角を変えると共に、第1の実施の形態と同様に、マイクロレンズ2aの焦点距離を設置場所に応じて変えるようにしてもよい。光学特性として撮像画角と焦点距離とを変えることで、機械的なレンズの移動を伴うことなく、ズーム機能におけるフォーカス調整を行うことができる。これにより、画質劣化のないズーム機能を実現することができる。

【0045】以上説明したように、本実施の形態に係る撮像装置によれば、撮像画角の異なるエリアセンサ11からの出力信号を選択的に取得して画像信号を生成するようにしたので、機械的なレンズ移動機構を用いることなく、ズーム機能を実現することができる。

【0046】なお、本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果については、第1の実施の形態と同様である。

【0047】〔第3の実施の形態〕次に、本発明の第3の実施の形態について説明する。なお、以下の説明では、上記第1の実施の形態における構成要素と同一の部分には同一の符号を付し、その説明を省略してある。

【0048】図13および図14は、本発明の第3の実施の形態に係る撮像装置について説明するための説明図である。本実施の形態は、画素の位置を少しずらして撮像した複数の画像を合成することによって有効画素数を増やし、画質を向上させるいわゆる「画素ずらし」による画質向上技術を利用したものである。

【0049】第1の実施の形態の撮像装置は、全てのマイクロレンズ2aに対して、その中心軸と各エリアセンサ11の中心位置における法線とを一致させるようにして構成したが、本実施の形態の撮像装置は、図13に示したように、第1の実施の形態と同様にレンズの中心軸C1とエリアセンサ11<sub>21</sub>の中心位置とが一致するように配置されたマイクロレンズ2a<sub>21</sub>を有すると共に、レンズの中心軸C2とエリアセンサ11<sub>22</sub>の中心位置における法線C2'とをずらすようにして配置されたマイクロレンズ2a<sub>22</sub>を有して構成されている。マイクロレンズ2a<sub>22</sub>の中心軸C2は、エリアセンサ11<sub>22</sub>に結像される被写体像が、エリアセンサ11<sub>21</sub>に結像される被写体像に対して、例えば、1/2画素分だけずれるように

法線C2'に対してずらされている。

【0050】図14は、このように配置されたマイクロレンズ2a<sub>21</sub>、2a<sub>22</sub>によってエリアセンサ11<sub>21</sub>、11<sub>22</sub>に結像される被写体像61の違いを示した図である。この図において、(A)には、エリアセンサ11<sub>21</sub>の結像面が示されており、(B)には、エリアセンサ11<sub>22</sub>の結像面が示されている。エリアセンサ11<sub>22</sub>に結像される被写体像は、エリアセンサ11<sub>21</sub>に結像される被写体像に対して、例えば、1/2画素分だけずれるようになっている。エリアセンサ11<sub>21</sub>、11<sub>22</sub>は、このように互いに1/2画素分だけずれて結像された被写体像に応じた信号を出力する。デジタル信号処理部34は、エリアセンサ11<sub>21</sub>、11<sub>22</sub>からの2つの信号を合成して1つの画像データを生成する。このように、1/2画素分だけずれて結像された被写体像に応じた2つの信号を合成することで、解像度が2倍に高められる。

【0051】以上説明したように、本実施の形態に係る撮像装置によれば、画素の位置を少しずらして撮像した複数の信号を合成することによって、解像度を高めることができる。

【0052】なお、本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果については、第1の実施の形態と同様である。

【0053】[第4の実施の形態]次に、本発明の第4の実施の形態について説明する。なお、以下の説明では、上記第1の実施の形態における構成要素と同一の部分には同一の符号を付し、その説明を省略してある。

【0054】本実施の形態の撮像装置は、ホログラフィを利用したホログラフィック・ステレオグラム（以下、HSという。）用の画像データを生成することに用いられるものである。

【0055】まず、図15を参照して、HSについての概略を説明する。なお、以下では、横方向視差のみ（Horizontal Parallax Only：以下、HPOともいう。）のワンステップHSについての説明を行う。HPO型ワンステップHSは、多数のスリット状のホログラム（要素ホログラム）から構成されるものである。各要素ホログラムには、液晶ライトバルブ等の表示手段に表示された画像が非視差方向（上下方向）には投影されると共に、視差方向（左右方向）には集光され、記録される。このような要素ホログラム露光をホログラム全面に行っていく。この結果、各要素ホログラムに記録されている画像は、2次元の画像であるが、各要素ホログラムに露光する画像を適当な視差情報を持つものにする事で、全体として横方向の視差を持つ立体像を得ることができる。

【0056】ここで、液晶ライトバルブ等の表示手段に表示する画像は、例えば、コンピュータ・グラフィックスまたは実写画像から得られた複数の視差原画像をもとに所定の画像処理を行って生成される。この場合、実写の視差原画像は、例えば、1台のビデオカメラ等の撮像

装置を被写体の周りを移動させることで得ることができる。液晶ライトバルブ等の表示手段に表示する画像は、ビデオカメラ等で撮影した視差原画像をもとに画像処理を行うことで得られるが、この画像処理は、「Slice and Dice」とも呼ばれる方法によって行われる。この「Slice and Dice」による画像処理は、図15に示したように、複数の視差原画像61のそれぞれを視差方向（図のw方向）にスリット状に分割し、その分割したものを異なる視差原画像間で再構成して、単一の画像60とするものである。これにより、横視差のみのHS特有のひずみを補正すると共に、被写体の立体像をホログラム上に持ってくることで、ぼけを低減する効果がある。

【0057】本実施の形態の撮像装置は、上述のHPO型ワンステップHSにおける視差原画像の撮影に用いられる。上述したように従来では、視差原画像の撮影を、例えば、1台のビデオカメラを被写体の周りに移動させて行うようにしたが、本実施の形態の撮像装置では、複数のエリアセンサ11を備えているので、装置を移動させることなく、異なる視差方向の被写体像を同時に得ることができる。なお、従来では、1台のビデオカメラを被写体の周りに移動させて複数の視差原画像を撮影するようにしていたため、得られた複数の視差原画像にリアルタイム性はない。

【0058】なお、第1の実施の形態では、複数のエリアセンサ11からの出力信号が、デジタル信号処理部34において所定の画像処理が施されることにより、最終的に、例えば単一フレームの画像データとして出力されるようになっていたが、本実施の形態では、複数のエリアセンサ11からの出力信号に基づいて、デジタル信号処理部34において複数の画像データが生成されて出力される。これにより、従来では不可能だったリアルタイム性のある複数の視差原画像の取得が可能となる。

【0059】以上説明したように、本実施の形態に係る撮像装置によれば、複数のエリアセンサ11からの出力信号に基づいて、デジタル信号処理部34において複数の画像データを生成して出力するようにしたので、HSに用いられる複数の視差原画像をリアルタイムで得ることができる。

【0060】なお、本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果については、第1の実施の形態と同様である。

【0061】[第5の実施の形態]次に、本発明の第5の実施の形態について説明する。なお、以下の説明では、上記第1の実施の形態における構成要素と同一の部分には同一の符号を付し、その説明を省略してある。

【0062】本実施の形態の撮像装置は、ホログラフィを利用したインテグラル・フォトグラフィ用の画像データを生成することに用いられるものである。インテグラル・フォトグラフィは、もともとM.G. Lippmannにより提案された3次元写真の撮影手法である。以下、本実施の



形態の撮像装置を利用したインテグラル・フォトグラフィの撮影手法について説明する。

【0063】図16は、本実施の形態におけるインテグラル・フォトグラフィを実現するための一構成例を示す説明図である。インテグラル・フォトグラフィを実現するために、本実施の形態では、被写体71を撮影するための撮像装置10Aと、この撮像装置10Aに複数の接続線73によって接続され、撮像装置10Aで撮影された被写体71の画像を表示するディスプレイ70とを備えている。撮像装置10Aの基本的な構成は、第1の実施の形態の撮像装置10と同様である。但し、第1の実施の形態では、複数のエリアセンサ11からの出力信号が、デジタル信号処理部34において所定の画像処理が施されることにより、最終的に、例えば単一フレームの画像データとして出力されるようになっていたが、本実施の形態では、複数のエリアセンサ11からの出力信号に基づいて、デジタル信号処理部34において複数の画像データが生成されて出力される。

【0064】本実施の形態では、撮像装置10Aの複数のエリアセンサ11のそれぞれに被写体71の像が結像され、撮像される。ここで、複数のエリアセンサ11のそれぞれに結像される被写体像を要素画像と呼ぶ。撮像装置10Aでは、複数のエリアセンサ11から被写体像に応じた複数の信号が出力されると共に、この複数の出力信号に基づいて、デジタル信号処理部34において所定の画像処理が行われ、複数の要素画像の画像データが生成されて出力される。これらの複数の要素画像の画像データは、複数の接続線73によってディスプレイ70に伝送される。ディスプレイ70では、撮像装置10Aで撮像された要素画像群を撮像時に対応する条件に基づいて表示する。ディスプレイ70によって撮像時の条件に対応するように表示された要素画像群からの光によって、撮像時の物体に対応する位置に立体像が再生される。従って、再生立体像をリアルタイムで観察することができる。

【0065】以上説明したように、本実施の形態に係る撮像装置10Aによれば、複数のエリアセンサ11からの出力信号に基づいて、デジタル信号処理部34において複数の画像データを生成して出力するようにしたので、インテグラル・フォトグラフィ用の画像データを簡単に得ることができる。

【0066】なお、本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果については、第1の実施の形態と同様である。

【0067】なお、本発明は、上記各実施の形態に限定されず種々の変形実施が可能である。例えば、上記各実施の形態では、マイクロレンズ2aを、一つの面のみに曲率を有する構造にしたが、このマイクロレンズ2aの構造を複数のレンズ面を有する構造にしてもよい。また、マイクロレンズ2aを、望遠鏡タイプの光学特性に

なるように構成してもよい。

【0068】図17および図18は、マイクロレンズ2aの他の構成例を示すものである。図17で示したマイクロレンズ2aは、一方の面81（被写体からの光が入射する面）を凸形状のレンズ面とすると共に、他方の面82を凹形状のレンズ面にし、全体で集束系の光学特性を有するように構成した例である。この場合には、一つの面のみに曲率を有する場合と比較して、例えば、収差補正を行い易くなり、光学性能を向上させることができるという利点がある。また、図18で示したマイクロレンズ2aは、一方の面83（被写体からの光が入射する面）を凸形状のレンズ面とすると共に、他方の面84も凸形状のレンズ面にすることにより、望遠鏡タイプの光学特性を有するように構成した例である。

【0069】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1ないし11のいずれかに記載の撮像装置によれば、電気的に独立して駆動される複数の撮像素子のそれぞれによって、被写体からの光に応じた信号が独立して出力されるようにすると共に、複数の撮像素子に対応した位置に設けられる複数の光学系のそれぞれによって、被写体からの光が、複数の撮像素子に対して固有の光学特性で入射されるようにしたので、高度な撮像機能を付加することが可能であると共に、装置の薄型化を図ることができるという効果を奏する。

【0070】また、請求項4記載の撮像装置によれば、複数の撮像素子を、それぞれ異なるタイミングで駆動すると共に、それぞれ異なるタイミングで被写体からの光に応じた信号を出力するようにしたので、例えば、電子シャッタによる短時間露光の機能と組み合わせて、高速撮影を実現することが可能となるという効果を奏する。

【0071】更に、請求項8記載の撮像装置によれば、複数の光学系の少なくとも1つが、他とは異なる焦点距離または撮像画角で、被写体からの光を複数の撮像素子に対して入射するようにしたので、例えば、機械的なレンズ移動機構を用いることなく、フォーカス調整の機能やズーム機能を実現することが可能となるという効果を奏する。

【0072】更に、請求項9記載の撮像装置によれば、複数の撮像素子に結像されるそれぞれの被写体像が互いに所定量だけずれて結像されるように、複数の光学系を構成するようにしたので、被写体像が互いにずれて結像された複数の撮像素子からの出力信号を合成して、解像度を高めることが可能となるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る撮像装置の一構成例を示す断面図である。

【図2】図1に示した撮像装置における支持基板の構造を示す平面図である。

【図3】図1に示した撮像装置におけるマイクロレンズアレイの構造を示す平面図である。

【図4】図1に示した撮像装置における光学系の光学特性について説明するための説明図である。

【図5】図1に示した撮像装置におけるエリアセンサの一構成例を示す説明図である。

【図6】図1に示した撮像装置の回路構成を示すブロック図である。

【図7】本発明の第1の実施の形態に係る撮像装置の画像処理技術を説明するための説明図である。

【図8】本発明の第1の実施の形態に係る撮像装置の画像処理技術を説明するための他の説明図である。

【図9】本発明の第1の実施の形態に係る撮像装置の画像処理技術を説明するための更に他の説明図である。

【図10】本発明の第1の実施の形態に係る撮像装置におけるダイナミックレンジの拡大技術を説明するための説明図である。

【図11】本発明の第1の実施の形態に係る撮像装置における高速度撮影の機能を説明するための説明図である。

【図12】本発明の第2の実施の形態に係る撮像装置の

一構成例を示す説明図である。

【図13】本発明の第3の実施の形態に係る撮像装置の一構成例を示す説明図である。

【図14】本発明の第3の実施の形態に係る撮像装置の特徴を説明するための説明図である。

【図15】本発明の第4の実施の形態に係る撮像装置が利用されるホログラフィック・ステレオグラムを説明するための説明図である。

【図16】本発明の第5の実施の形態に係る撮像装置が利用されるインテグラル・フォトグラフィの手法を示す説明図である。

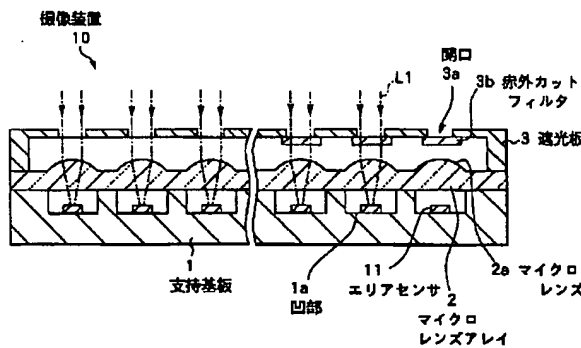
【図17】本発明の撮像装置におけるマイクロレンズの他の構成例を示す説明図である。

【図18】本発明の撮像装置におけるマイクロレンズの更に他の構成例を示す説明図である。

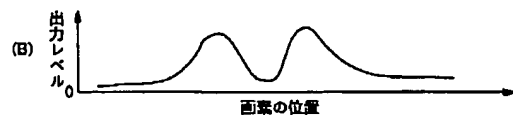
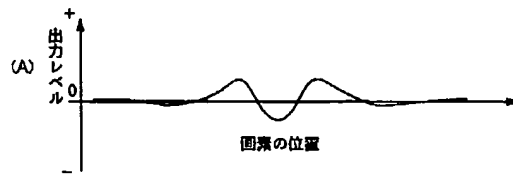
【符号の説明】

1…支持基板、2…マイクロレンズアレイ、2a…マイクロレンズ、3…遮光板、10…撮像装置、11…エリアセンサ、31…タイミング発生回路、34…デジタル信号処理部。

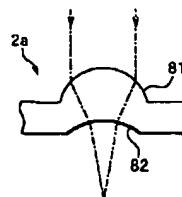
【図1】



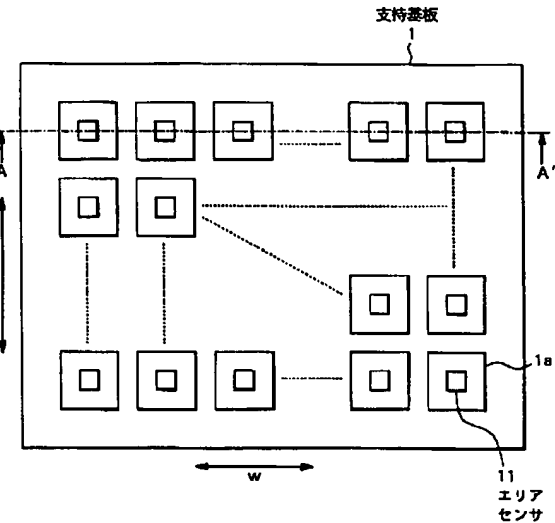
【図9】



【図17】

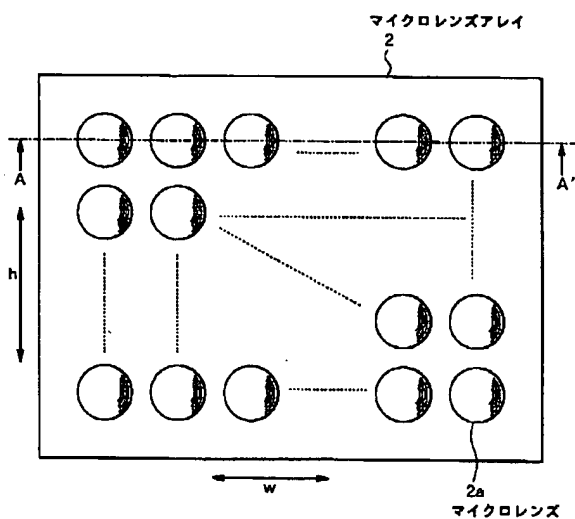


【図2】

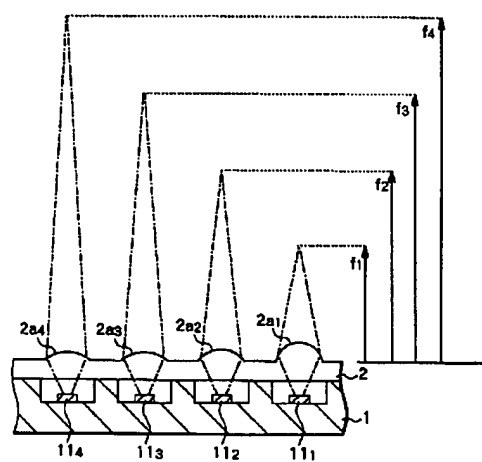


BEST AVAILABLE COPY

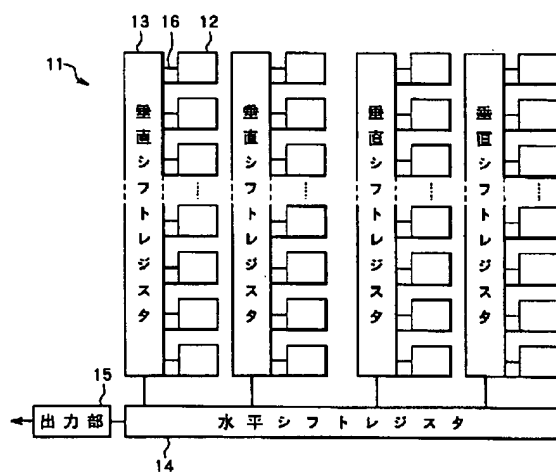
【図3】



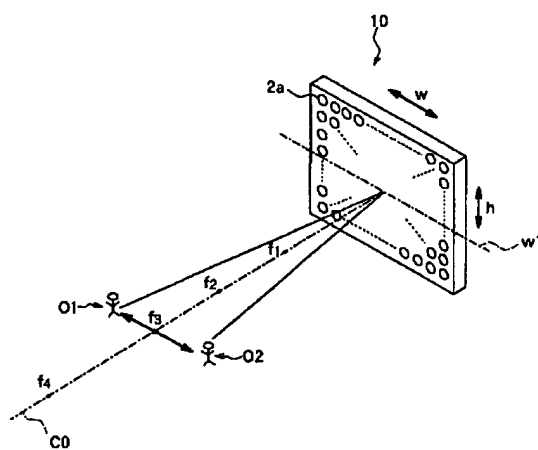
【図4】



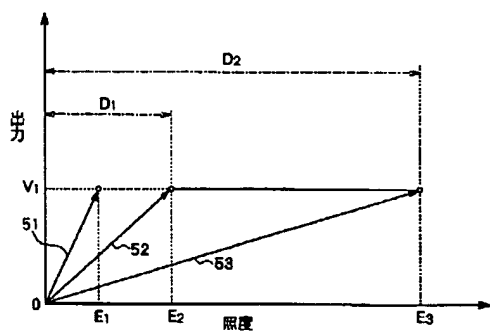
【図5】



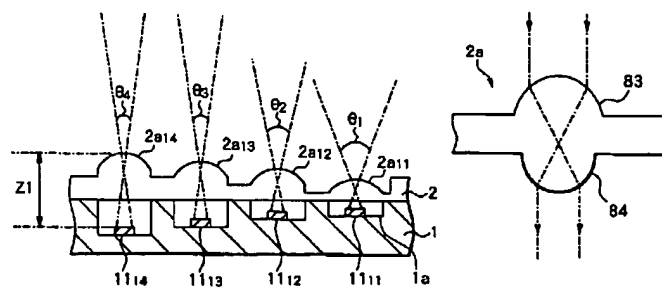
【図7】



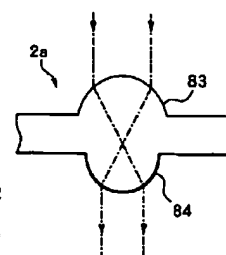
【図10】



【図12】

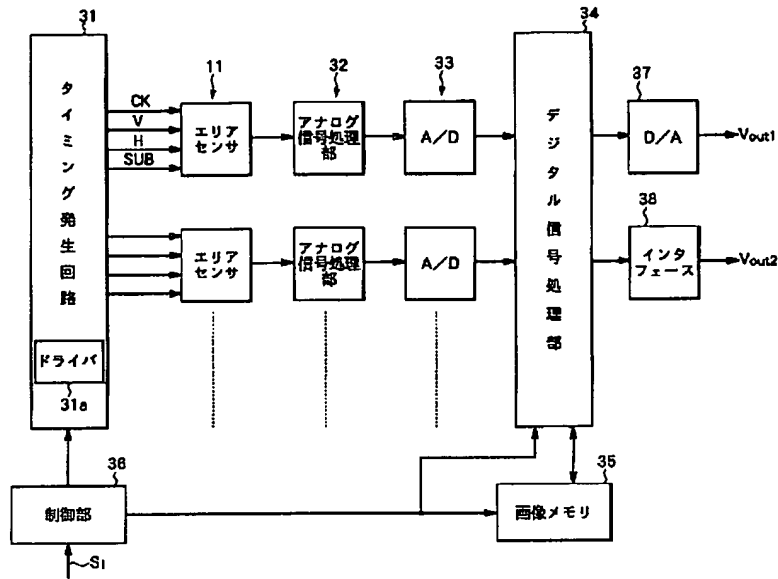


【図18】

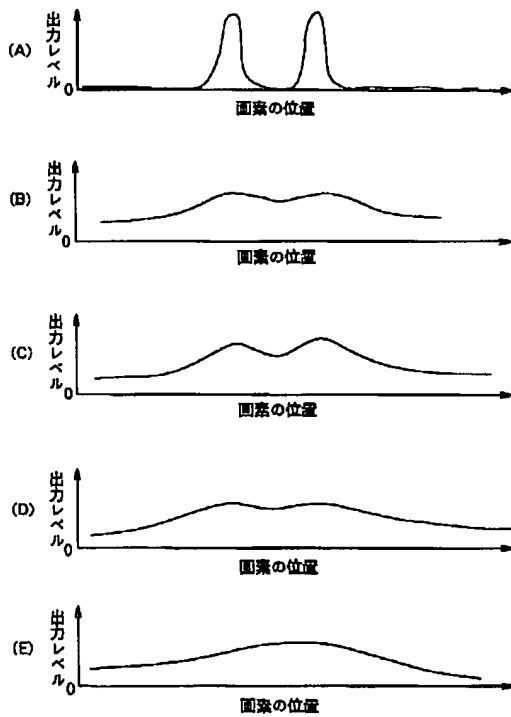


BEST AVAILABLE COPY

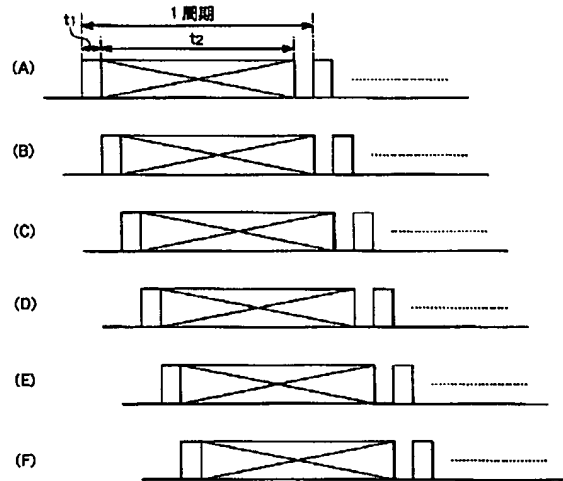
【図6】



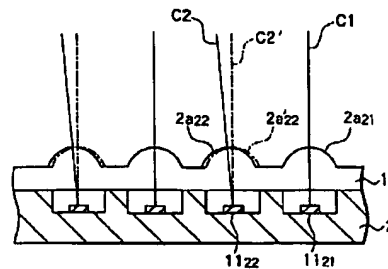
【図8】



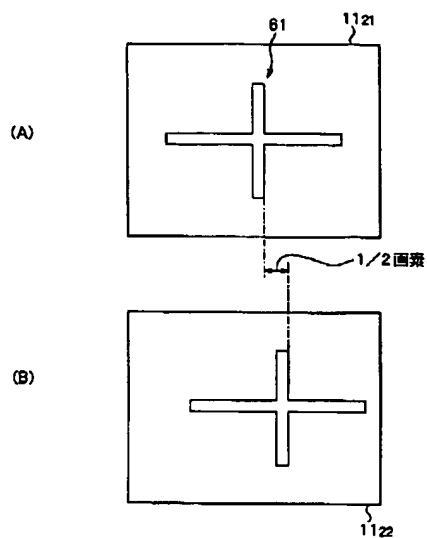
【図11】



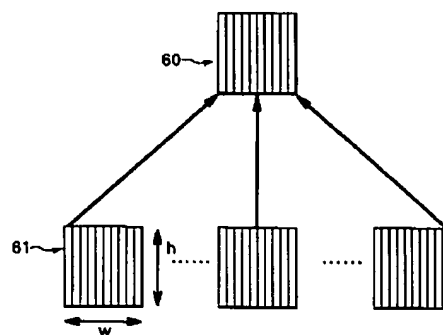
【図13】



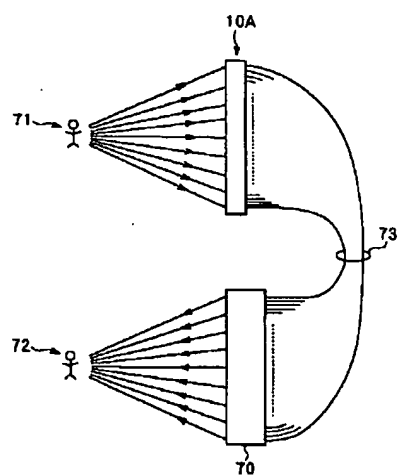
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4M118 AA02 AA10 AB01 BA13 CA03  
 CA26 DB01 FA06 FA13 FA26  
 GC11 GD03 HA22 HA24  
 5C022 AA14 AB23 AB28 AB36 AB68  
 AC42 AC54 AC69  
 5C024 AA01 CA11 CA15 CA26 EA04  
 EA08 FA01 FA11 GA16 HA07  
 HA09 HA14 HA17 HA18 HA20  
 HA24  
 5C061 AA08 AB06